

**PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN
SISTEM RANGKA BAJA PELENGKUNG (*ARCH BRIDGE*)
PADA JEMBATAN MUSI VI
PALEMBANG – SUMATERA SELATAN**

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
ARISTYA DHANESWARA
NPM : 10 02 13645



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
MARET 2015**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan sesungguhnya bahwa

Tugas Akhir dengan judul:

**PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN
SISTEM RANGKA BAJA PELENGKUNG (*ARCH BRIDGE*)
PADA JEMBATAN MUSI VI
PALEMBANG – SUMATERA SELATAN**

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti di kemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Maret 2015

Yang membuat pernyataan



(Aristya Dhaneswara)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN
SISTEM RANGKA BAJA PELENGKUNG (*ARCH BRIDGE*)
PADA JEMBATAN MUSI VI
PALEMBANG – SUMATERA SELATAN**

Oleh :
ARISTYA DHANESWARA
NPM : 10 02 13645

telah disetujui untuk oleh Pembimbing

Yogyakarta,

Pembimbing



(FX. Pranoto Dirhan Putra, S.T., MURP.)

Disahkan oleh :
Program Studi Teknik Sipil
Ketua



(J. Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

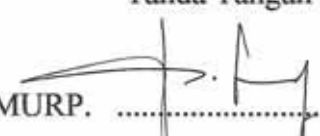
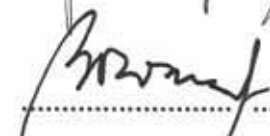

Laporan Tugas Akhir

**PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN
SISTEM RANGKA BAJA PELENGKUNG (*ARCH BRIDGE*)
PADA JEMBATAN MUSI VI
PALEMBANG – SUMATERA SELATAN**



Oleh :
ARISTYA DHANESWARA
NPM : 10 02 13645

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua : FX. Pranoto Dirhan Putra, S.T., MURP.		15.04.2015
Anggota : Dr. Imam Basuki, Ir., M.T.		15.04.2015
Anggota : Ir. JF. Soandrijanie Linggo, M.T.		20.04.2015

KATA HANTAR

Puji syukur atas berkat dan pertolongan-Nya kepada Tuhan Yang Maha Esa, penyusunan Tugas Akhir dengan judul “PERANCANGAN STRUKTUR JEMBATAN SISTEM RANGKA BAJA PELENGKUNG (*ARCH BRIDGE*) PADA JEMBATAN MUSI VI PALEMBANG – SUMATERA SELATAN” dapat terselesaikan dengan baik. Laporan ini merupakan persyaratan dalam menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Jembatan direncanakan menggunakan baja profil WF (*Wide Flange*) dengan konstruksi rangka utama bentuk rangka lengkung yang dinamakan dengan istilah atau sebutan sebagai sistem rangka baja pelengkung. Pada Bab I menjelaskan tentang latar belakang adanya perancangan jembatan pada Jembatan Musi VI, lingkup perancangan dan batasan-batasan perancangan. Bab II merupakan tinjauan pustaka mengenai definisi jembatan, bentuk dan tipe-tipe jembatan yang ada di Indonesia, tahapan perencanaan, komponen struktur jembatan serta tinjauan terhadap pembebanan untuk jembatan.

Bab III merupakan landasan teori yang membahas tentang dasar perencanaan dan pemilihan bentuk jembatan dengan pertimbangan bentang Sungai Musi. Selain itu, Bab III juga menjelaskan dasar-dasar dan prosedur perhitungan beban dan struktur baja yang dipakai dalam perencanaan yang telah distandardisasi di Indonesia. Bab IV membahas tentang analisis perhitungan beban jembatan hingga pemodelan struktur jembatan yang dilakukan pada program *SAP2000* (*Structure Analysis Program*). Kemudian gaya-gaya yang bekerja diperoleh setelah

program dijalankan, yang selanjutnya hasil tersebut dianalisis pada masing-masing elemen struktur jembatan dengan perhitungan yang mengacu pada persyaratan Standar Nasional Indonesia T-012-2004 tentang Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan dan Standar Nasional Indonesia T-02-2005 tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Bab selanjutnya adalah kesimpulan dari hasil perancangan struktur jembatan pada Jembatan Musi VI, serta lampiran yang berisi *output* gaya-gaya hasil pemodelan melalui program *SAP2000* (*Structure Analysis Program*) dan gambar rencana struktur jembatan.

Yogyakarta, Maret 2015

Aristya Dhaneswara

NPM: 10 02 13645

DAFTAR ISI

HALAMAN PENDAHULUAN	i
PERNYATAAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
KATA HANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TUGAS.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
ARTIKEL DAN PENYUSUNAN.....	xx
INTISARI.....	xxix
DAFTAR ISI.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3 Keaslian Tugas Akhir	5
1.4 Tujuan dan Manfaat Tugas Akhir.....	5
DAFTAR ISI.....	6
2.1 Tinjauan Umum	6
2.2 Definisi Jembatan.....	6
2.3 Bentuk dan Tipe Jembatan di Indonesia	8
2.3.1 Jembatan lengkung batu (<i>stone arch bridge</i>).....	8
2.3.2 Jembatan rangka (<i>truss bridge</i>).....	9
2.3.3 Jembatan gantung (<i>suspension bridge</i>).....	10
2.3.4 Jembatan beton (<i>concrete bridge</i>).....	12
2.3.5 Jembatan haubans (<i>cable stayed</i>).....	14
2.4 Tahapan Perencanaan Jembatan	15
2.5 Pemilihan Lokasi Jembatan	17
2.5.1 Aspek lalu lintas.....	17
2.5.2 Aspek teknis.....	18

2.5.3	Aspek estetika	18
2.6	Komponen Struktur Jembatan.....	19
2.6.1	Struktur atas (<i>upper structure</i>).....	19
2.6.2	Sambungan.....	24
2.7	Pembebanan Jembatan	26
3	ANALISA STRUKTUR.....	29
3.1	Dasar Perencanaan dan Pemilihan Bentuk jembatan.....	29
3.2	Pembebanan Jembatan	30
3.2.1	Aksi dan beban tetap	30
3.2.2	Beban lalu lintas (beban hidup)	32
3.2.3	Aksi lingkungan	36
3.2.4	Aksi-aksi lainnya	38
3.3	Kombinasi Beban.....	39
3.4	Perencanaan Struktur Jembatan	40
3.4.1	Sandaran.....	40
3.4.2	Trotoar dan kerb.....	40
3.4.3	Lantai jembatan.....	40
3.4.4	Struktur baja jembatan	41
3.4.5	Sambungan.....	43
4	ANALISA BEBAN STRUKTUR.....	44
4.1	Pemodelan Struktur.....	44
4.2	Metode Pembebanan Jembatan.....	45
4.3	Analisis Beban Jembatan	45
4.3.1	Beban mati akibat berat sendiri (<i>MS</i>).....	45
4.3.2	Beban mati tambahan (<i>MA</i>)	47
4.3.3	Beban hidup (beban lajur “ <i>D</i> ”)	48
4.3.4	Beban hidup (beban truk “ <i>T</i> ”).....	50
4.3.5	Beban pejalan kaki pada trotoar (<i>TP</i>)	51
4.3.6	Gaya rem (<i>TB</i>).....	52
4.3.7	Pengaruh temperatur (<i>ET</i>).....	53

4.3.8	Beban angin (<i>EW</i>)	54
4.3.9	Beban gempa (<i>EQ</i>).....	56
4.4	Kombinasi Pembebanan.....	59
5	PERENCANAAN STRUKTUR PLAT	62
5.1	Perencanaan Plat Lantai Jembatan	62
5.1.1	Analisis pembebanan dan struktur plat	63
5.1.2	Kombinasi pembebanan plat jembatan	69
5.1.3	Perhitungan tulangan plat lantai.....	76
5.1.4	Kontrol geser pons pada plat lantai jembatan	85
5.2	Perencanaan Sandaran Jembatan	89
5.2.1	Perencanaan pipa sandaran	89
5.2.2	Perencanaan tiang sandaran	92
5.2.3	Perencanaan dinding sandaran	94
5.2.4	Perencanaan plat dasar tiang sandaran.....	98
5.3	Perencanaan Plat Trotoar Jembatan	102
5.3.1	Analisis pembebanan dan struktur plat trotoar	103
5.3.2	Perhitungan tulangan plat lantai trotoar	106
5.4	Perencanaan Gelagar Memanjang.....	111
5.4.1	Desain profil gelagar memanjang	111
5.4.2	Kontrol kekuatan profil gelagar memanjang	113
5.5	Perencanaan Rangka Induk Jembatan.....	120
5.5.1	Rangka melintang jembatan.....	120
5.5.2	Rangka melintang ujung jembatan.....	129
5.5.3	Rangka bawah (<i>bottom chord</i>).....	137
5.5.4	Rangka lengkung atas (<i>upper chord</i>).....	146
5.5.5	Rangka lengkung bawah (<i>lower chord</i>).....	149
5.5.6	Rangka vertikal ujung	151
5.5.7	Rangka vertikal (<i>truss</i>).....	154
5.5.8	Rangka diagonal (<i>truss</i>)	157
5.5.9	Rangka horizontal (<i>truss</i>).....	159
5.6	Perencanaan Rangka Sekunder Jembatan	161

5.6.1	Batang penggantung (<i>hanger</i>).....	161
5.6.2	Ikatan angin atas (<i>top arch bracing</i>).....	162
5.6.3	Ikatan angin bawah (<i>bottom arch bracing</i>).....	166
5.6.4	Ikatan angin diagonal ruang (<i>diagonal arch bracing</i>)	170
5.6.5	Ikatan angin lantai (<i>floor bracing</i>).....	173
5.6.6	Ikatan rangka akhir (<i>end frame bracing</i>)	174
5.7	Perencanaan Sambungan Rangka Jembatan	177
5.7.1	Sambungan gelagar memanjang dengan rangka melintang	178
5.7.2	Sambungan rangka melintang dengan rangka bawah.....	186
5.7.3	Sambungan memanjang rangka bawah.....	194
5.7.4	Rangka vertikal ujung dengan rangka lengkung bawah	206
5.7.5	Rangka vertikal ujung (sambungan nomor 5).....	219
5.7.6	Rangka bawah dengan siku penghubung (sambungan nomor 6).....	230
5.7.7	Batang penggantung (sambungan nomor 7 sampai 9).....	232
5.7.8	Ikatan angin melintang (sambungan nomor 8)	240
5.7.9	Ikatan angin diagonal dengan rangka jembatan (sambungan nomor 9)	247
5.7.10	Ikatan angin lantai jembatan	248
□A□ □□K□□□ □□□AN □AN □ARAN	250
6.1	Kesimpulan	250
6.2	Saran	252
□A□TAR □□□TAKA	254
□A□ □□RAN	257
□N□□K□	270

□A□TAR TA□□□

Tabel 3.1	Berat Isi untuk Beban Mati	30
Tabel 3.2	Faktor Beban untuk Berat Sendiri	31
Tabel 3.3	Faktor Beban untuk Beban Mati Tambahan	31
Tabel 3.4	Kecepatan Angin Rencana V_w	37
Tabel 3.5	Tipe Aksi Rencana	39
Tabel 3.6	Ringkasan Kombinasi Beban untuk Keadaan Batas Ultimit.....	39
Tabel 4.1	Hubungan $T - C$	57
Tabel 4.2	Faktor Beban untuk Kombinasi Ultimit dan Daya Layan.....	59
Tabel 4.3	Kombinasi Pembebanan Pertama.....	59
Tabel 4.4	Kombinasi Pembebanan Kedua	60
Tabel 4.5	Kombinasi Pembebanan Ketiga	60
Tabel 4.6	Kombinasi Pembebanan Keempat	60
Tabel 4.7	Kombinasi Pembebanan Kelima	61
Tabel 4.8	Kombinasi Pembebanan Keenam.....	61
Tabel 5.1	Rekapitulasi Momen pada Plat Lantai	69
Tabel 5.2	Kombinasi 1 Momen Tumpuan Plat Lantai	70
Tabel 5.3	Kombinasi 1 Momen Lapangan Plat Lantai.....	71
Tabel 5.4	Kombinasi 2 Momen Tumpuan Plat Lantai	71
Tabel 5.5	Kombinasi 2 Momen Lapangan Plat Lantai.....	72
Tabel 5.6	Kombinasi 3 Momen Tumpuan Plat Lantai	72
Tabel 5.7	Kombinasi 3 Momen Lapangan Plat Lantai.....	73
Tabel 5.8	Kombinasi 4 Momen Tumpuan Plat Lantai	73
Tabel 5.9	Kombinasi 4 Momen Lapangan Plat Lantai.....	74
Tabel 5.10	Kombinasi 5 Momen Tumpuan Plat Lantai	74
Tabel 5.11	Kombinasi 5 Momen Lapangan Plat Lantai.....	75
Tabel 5.12	Kombinasi 6 Momen Tumpuan Plat Lantai	75
Tabel 5.13	Kombinasi 6 Momen Lapangan Plat Lantai.....	76
Tabel 5.14	Momen Maksimum Akibat Berat Sendiri pada Trotoar.....	104
Tabel 5.15	Momen Maksimum Akibat Beban Hidup pada Trotoar.....	105

Tabel 5.16 Rekapitulasi Kontrol Profil Gelagar Memanjang.....	119
Tabel 5.17 Rekapitulasi Kontrol Profil Rangka Melintang.....	128
Table 5.18 Rekapitulasi Kontrol Profil Rangka Melintang Ujung.....	137
Tabel 5.19 Rekapitulasi Kontrol Profil Rangka Bawah	145



KATA PENGANTAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Perancangan Jembatan Musi VI	3
Gambar 1.2	Bentang Perancangan Jembatan Musi VI.....	3
Gambar 1.3	Tampak Samping Rangka Baja Pelengkung	4
Gambar 2.1	Jembatan Tetap	7
Gambar 2.2	Jembatan Bergerak	7
Gambar 2.3	Jembatan Lengkung Batu, Bululawang Malang.....	9
Gambar 2.4	Jembatan Rangka Baja Tipe <i>King-Post</i>	9
Gambar 2.5	Jembatan Rangka Baja Tipe <i>Howe</i>	9
Gambar 2.6	Jembatan Rangka Baja Tipe <i>Pratt</i>	10
Gambar 2.7	Jembatan Rangka Baja Tipe <i>Arch</i>	10
Gambar 2.8	Jembatan <i>Truss</i> , Tasik Gemilang Riau	10
Gambar 2.9	Bentuk Umum Jembatan Gantung <i>Side Span Free</i>	11
Gambar 2.10	Bentuk Umum Jembatan Gantung <i>Side Span Suspended</i>	11
Gambar 2.11	Jembatan Gantung, Barito Banjarmasin	11
Gambar 2.12	Jembatan Slab Beton, Selokan Mataram	12
Gambar 2.13	Jembatan <i>Box Girder</i> , <i>Overpass</i> Wonorejo.....	13
Gambar 2.14	Jembatan Gelagar-Dek di Ruas Tol Purbaleunyi	14
Gambar 2.15	Komponen Utama Jembatan <i>Cable Stayed</i>	15
Gambar 2.16	Jembatan <i>Cable Stayed</i> , Suramadu Jawa Timur.....	15
Gambar 2.17	Skema Proses Perencanaan.....	16
Gambar 2.18	Diagram Alir Proses Perencanaan	17
Gambar 2.19	Komponen Struktur Jembatan	19
Gambar 2.20	Sandaran Jembatan	20
Gambar 2.21	Trotoar Jembatan	21
Gambar 2.22	Lantai Jembatan.....	22
Gambar 2.23	Gelagar Jembatan	22
Gambar 2.24	Struktur Rangka Utama Jembatan	23
Gambar 2.25	Ikatan Angin Atas dan Bawah	24
Gambar 2.26	Sambungan Baut.....	25

Gambar 2.27	Sambungan Las	26
Gambar 3.1	Beban Lajur “D”	33
Gambar 3.2	BTR vs Panjang yang Dibebani	33
Gambar 3.3	Pembebanan Truk “T” (500 kN).....	34
Gambar 3.4	Faktor Beban Dinamis (FBD) untuk BGT, Pembebanan Lajur “D”	35
Gambar 3.5	Gaya Rem per Lajur 2,75 Meter Keadaan Batas Ultimit (KBU) ...	36
Gambar 3.6	Bidang Jembatan yang Diterpa Angin.....	37
Gambar 3.7	Grafik Respon Spektrum untuk Analisis Dinamis	38
Gambar 4.1	3D Model Struktur Jembatan.....	44
Gambar 4.2	Tampak Potongan Trotoar Jembatan.....	46
Gambar 4.3	<i>Input</i> Beban Plat Trotoar dan Sandaran pada <i>SAP2000</i>	47
Gambar 4.4	Beban Mati Tambahan Akibat Aspal dan Air Hujan	47
Gambar 4.5	<i>Input</i> Beban Mati Tambahan pada <i>SAP2000</i>	48
Gambar 4.6	Intensitas Beban (BTR) pada Arah Melintang	49
Gambar 4.7	<i>Input</i> Beban (BTR) pada <i>SAP2000</i>	49
Gambar 4.8	<i>Input</i> Beban Garis (BGT) pada <i>SAP2000</i>	50
Gambar 4.9	<i>Input</i> Beban Truk "T" pada <i>SAP2000</i>	51
Gambar 4.10	<i>Input</i> Beban Truk "T" Dua Arah pada <i>SAP2000</i>	51
Gambar 4.11	<i>Input</i> Beban Pejalan Kaki pada <i>SAP2000</i>	52
Gambar 4.12	Grafik Beban Gaya Rem dengan Bentang Jembatan	52
Gambar 4.13	<i>Input</i> Gaya Rem pada <i>SAP2000</i>	53
Gambar 4.14	<i>Input</i> Pengaruh Temperatur pada <i>SAP2000</i>	54
Gambar 4.15	Beban Angin Merata Arah Horizontal Jembatan	55
Gambar 4.16	Diagram <i>Input</i> Beban Angin pada <i>SAP2000</i>	56
Gambar 4.17	Grafik Respon Spektrum untuk Analisis Dinamis	56
Gambar 4.18	<i>Input</i> Data Respon Spektrum pada <i>SAP2000</i>	57
Gambar 4.19	Respon Spektrum Gempa Arah Utama pada <i>SAP2000</i>	58
Gambar 4.20	Respon Spektrum Gempa Arah Y pada <i>SAP2000</i>	58
Gambar 5.1	Tampak Potongan Melintang Lantai Jembatan	62
Gambar 5.2	Denah Tinjauan Area Plat	63

Gambar 5.3	Beban Plat Lantai Akibat Berat Sendiri	64
Gambar 5.4	Beban Plat Lantai Akibat Beban Mati Tambahan	65
Gambar 5.5	Beban Plat Lantai Akibat Tekanan Gandar Truk	65
Gambar 5.6	Beban Plat Lantai Akibat Tekanan Angin pada Bagian Samping Kendaraan	66
Gambar 5.7	Kombinasi Pembebanan Berdasarkan RSNI T-02-2005	70
Gambar 5.8	Distribusi Penyebaran Beban Truk "T" pada Plat Lantai	85
Gambar 5.9	Denah Penulangan Plat Lantai Jembatan	88
Gambar 5.10	Detil Penulangan Plat Lantai Jembatan	88
Gambar 5.11	Rencana Profil Pipa Sandaran	89
Gambar 5.12	Tampak Melintang Sketsa Sandaran	89
Gambar 5.13	Tampak Memanjang Sketsa Sandaran	89
Gambar 5.14	Pembebanan pada Pipa Sandaran	90
Gambar 5.15	Rencana Profil Baja H 100x50x5x7	92
Gambar 5.16	Analisis Struktur Tiang Sandaran	93
Gambar 5.17	Rencana Dinding Sandaran	94
Gambar 5.18	Analisis Struktur Dinding Sandaran	94
Gambar 5.19	Rencana Plat Dasar Tiang Sandaran	98
Gambar 5.20	Tampak Atas Plat Dasar Tiang Sandaran	100
Gambar 5.21	Detil Sandaran Jembatan	102
Gambar 5.22	Rencana Lantai Trotoar Jembatan	102
Gambar 5.23	Pembebanan pada Lantai Trotoar	103
Gambar 5.24	Beban Plat Lantai Trotoar Akibat Berat Sendiri	104
Gambar 5.25	Beban Hidup pada Lantai Trotoar	105
Gambar 5.26	Denah Penulangan Plat Lantai Trotoar	110
Gambar 5.27	Detil Penulangan Plat Lantai Trotoar	110
Gambar 5.28	Denah Gelagar Memanjang	111
Gambar 5.29	Profil Penampang Gelagar Memanjang	112
Gambar 5.30	Denah Rangka Melintang	120
Gambar 5.31	Profil Penampang Rangka Melintang	121
Gambar 5.32	Profil Penampang Rangka Melintang Ujung	129

Gambar 5.33	Profil Penampang Rangka Bawah	138
Gambar 5.34	Profil Penampang Rangka Lengkung Atas.....	146
Gambar 5.35	Profil Penampang Rangka Lengkung bawah	149
Gambar 5.36	Profil Penampang Rangka Vertikal Ujung	152
Gambar 5.37	Profil Penampang Rangka Vertikal (<i>Truss</i>)	155
Gambar 5.38	Profil Penampang Rangka Diagonal (<i>Truss</i>).....	158
Gambar 5.39	Profil Penampang Rangka Horizontal (<i>Truss</i>)	160
Gambar 5.40	Profil Penampang Batang Penggantung	161
Gambar 5.41	Profil Penampang Ikatan Angin Atas	163
Gambar 5.42	Profil Penampang Ikatan Angin Bawah	166
Gambar 5.43	Profil Penampang Ikatan Angin Diagonal Ruang	170
Gambar 5.44	Profil Penampang Ikatan Angin Rangka Akhir.....	174
Gambar 5.45	Penomoran Sambungan Antar Batang Jembatan	177
Gambar 5.46	Denah Rencana Sambungan 1	178
Gambar 5.47	Rencana Profil Siku Sambungan Gelagar Memanjang – Rangka Melintang.....	179
Gambar 5.48	Sambungan Baut Gelagar Memanjang – Rangka Melintang	181
Gambar 5.49	Tata Letak Baut Gelagar Memanjang – Rangka Melintang	181
Gambar 5.50	Daerah Blok Geser Sambungan Gelagar Memanjang – Rangka Melintang.....	184
Gambar 5.51	Denah Rencana Sambungan 2	186
Gambar 5.52	Rencana Profil Siku Sambungan Rangka Melintang – Rangka Bawah	187
Gambar 5.53	Sambungan Baut Rangka Melintang – Rangka Bawah.....	189
Gambar 5.54	Tata Letak Baut Rangka Melintang – Rangka Bawah	190
Gambar 5.55	Daerah Blok Geser Sambungan Rangka Melintang – Rangka Bawah.....	192
Gambar 5.56	Denah Rencana Sambungan 3	194
Gambar 5.57	Tata Letak Baut Rangka Bawah Bagian Sayap	198
Gambar 5.58	Daerah Blok Geser Sambungan Memanjang Pelat Sayap pada Rangka Bawah.....	200

Gambar 5.59	Tata Letak Baut Rangka Bawah Bagian Badan	204
Gambar 5.60	Titik Berat Sambungan Pelat Badan pada Rangka Bawah.....	205
Gambar 5.61	Detil Sambungan Memanjang Rangka Bawah.....	206
Gambar 5.62	Tampak Depan Rencana Sambungan 4.....	206
Gambar 5.63	Tampak Atas Rencana Sambungan 4	207
Gambar 5.64	Tata Letak Baut Rangka Vertikal Ujung – Rangka Lengkung Bawah	210
Gambar 5.65	Daerah Blok Geser Sambungan Rangka Vertikal Ujung	213
Gambar 5.66	Daerah Blok Geser Sambungan Rangka Lengkung Bawah	216
Gambar 5.67	Sambungan Rangka Vertikal Ujung – Rangka Lengkung Bawah	218
Gambar 5.68	Tampak Samping Sambungan Rangka Vertikal Ujung – Rangka Lengkung Bawah.....	218
Gambar 5.69	Tampak Depan Rencana Sambungan 5	219
Gambar 5.70	Tampak Atas Rencana Sambungan 5	219
Gambar 5.71	Tata Letak Baut Sambungan 5	223
Gambar 5.72	Daerah Blok Geser Sambungan Rangka Diagonal (<i>Truss</i>)	227
Gambar 5.73	Sambungan Rangka Vertikal Ujung – Rangka Lengkung Atas – Rangka Diagonal (<i>Truss</i>).....	229
Gambar 5.74	Tampak Samping Sambungan Rangka Lengkung Atas	229
Gambar 5.75	Tampak Samping Sambungan Rangka Diagonal (<i>Truss</i>)	229
Gambar 5.76	Tampak Depan Sambungan Nomor 6	230
Gambar 5.77	Sambungan Rangka Bawah dengan Siku Penghubung	231
Gambar 5.78	Tampak Depan Rencana Sambungan 7, 8 dan 9	232
Gambar 5.79	Rencana Profil Siku Sambungan Rangka Bawah – Batang Penggantung	233
Gambar 5.80	Tata Letak Baut Rangka Bawah – Batang Penggantung.....	235
Gambar 5.81	Daerah Blok Geser Sambungan Rangka Bawah – Batang Penggantung	237
Gambar 5.82	Sambungan Batang Penggantung – Rangka Bawah.....	239

Gambar 5.83 Sambungan Batang Penggantung – Rangka Lengkung Bawah – Rangka Vertikal (<i>Truss</i>)	239
Gambar 5.84 Denah Rencana Sambungan 8	240
Gambar 5.85 Rencana Profil Siku Sambungan Ikatan Angin Melintang – Rangka Jembatan	241
Gambar 5.86 Tata Letak Baut Ikatan Angin Melintang	243
Gambar 5.87 Daerah Blok Geser Sambungan Ikatan Angin Melintang – Rangka Jembatan	245
Gambar 5.88 Sambungan Ikatan Angin Melintang – Rangka Jembatan	246
Gambar 5.89 Denah Rencana Sambungan 9 (Ikatan Diagonal)	247
Gambar 5.90 Sambungan Ikatan Angin Diagonal	247
Gambar 5.91 Sambungan Sayap pada Pertemuan Tengah Ikatan Angin	247
Gambar 5.92 Denah Ikatan Angin Lantai Jembatan	248
Gambar 5.93 Tampak Atas Sambungan Ikatan Angin Lantai Jembatan	249
Gambar 5.94 Tampak Depan Sambungan Ikatan Angin Lantai Jembatan	249

DAFTAR ISI

DAFTAR A OUTPUT SAP2000 (STRUCTURE ANALYSIS PROGRAM)

Lampiran A.1	<i>Element Forces - Frames</i>	257
Lampiran A.2	Diagram Momen Kombinasi Beban Terfaktor	263
Lampiran A.3	Diagram Gaya Geser Kombinasi Beban Terfaktor	267
Lampiran A.4	Diagram Gaya Aksial Kombinasi Beban Terfaktor	269

DAFTAR PUSTAKA

ARTI SINGKATAN

a	= lebar bidang statis kontak roda searah memanjang jembatan (m)
A	= luas penampang (mm^2)
A_b	= luas koefisien bagian samping jembatan (m^2)
A_c	= luas baut berdasarkan diameter minor atau luas inti baut (mm^2)
A_e	= luas penampang efektif (m^2)
A_{ev}	= luas penampang efektif terhadap geser (mm^2)
A_{et}	= luas penampang efektif terhadap tarik (mm^2)
A_g	= luas penampang baja profil (mm^2)
A_{gt}	= luas penampang bruto terhadap tarik (mm^2)
A_{gv}	= luas penampang bruto terhadap geser (mm^2)
A_{min}	= luas penampang minimum suatu komponen struktur yang ditinjau (mm^2)
A_n	= luas penampang netto suatu komponen struktur yang ditinjau (mm^2)
A_0	= luas baut berdasarkan diameter nominal atau luas bagian polos baut (mm^2)
A_s	= luas tarik baja tulangan (mm^2)
A_s	= luas tegangan (tarik) baut atau luas untuk menghitung kekuatan tarik baut (mm^2)
$A_{s\text{ pakai}}$	= luas tulangan tarik yang dipasang pada perencanaan komponen struktur beton bertulang (mm^2)
$A_{s\text{ perlu}}$	= luas tulangan tarik yang diperlukan atau luas minimum tulangan tarik pada komponen struktur beton bertulang (mm^2)
A_v	= ukuran dari keliling geser kritis yang sejajar arah lenturan yang ditinjau (mm^2)
b	= lebar bidang statis kontak roda searah melintang jembatan (m)
b	= lebar sayap baja profil (mm)
b_1	= lebar lantai kendaraan (m)
b_2	= lebar trotoar (m)
b_3	= lebar jembatan (m)

BJ	= kode standar mutu baja profil yang berlaku di Indonesia
BJ_{air}	= berat isi air (kN/m^3)
BJ_{asp}	= berat isi aspal (kN/m^3)
BJ_c	= berat isi beton bertulang (kN/m^3)
BJ_c'	= berat isi beton tidak bertulang (kN/m^3)
BJ_s	= berat isi baja (kN/m^3)
C	= koefisien geser dasar sebagai faktor respons gempa yang dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur jembatan dan kurvanya ditampilkan dalam grafik spektrum respons gempa rencana
C_b	= koefisien pengali momen tekuk torsi lateral
C_w	= koefisien seret
d	= diameter lubang baut (mm)
d	= tebal efektif plat lantai beton atau jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tarik (m)
d	= tinggi penampang baja profil dari batas sayap ke sayap terluar (m)
d_b	= diameter baut nominal pada daerah tak berulir (mm)
d_f	= diameter baut nominal (mm)
e	= titik berat penampang baja profil (mm)
E_c	= modulus elastisitas beton (MPa)
E_s	= modulus elastisitas baja tulangan (MPa)
f_c'	= kuat tekan beton (MPa)
f_L	= tegangan leleh dikurangi tegangan sisa (MPa)
f_r	= tegangan sisa atau tegangan tekan residual pada plat sayap (MPa)
f_u	= tegangan tarik putus (MPa)
f_{uf}	= kuat tarik minimum baut (MPa)
f_{up}	= tegangan tarik putus plat (MPa)
f_y	= kuat tarik leleh baja tulangan (MPa)
FBD	= faktor beban dinamis
G	= modulus geser beton atau baja (MPa)

- h = tebal plat lantai beton (m)
- h = tinggi badan dihitung dari bagian dalam sayap ke sayap dari suatu penampang baja profil (mm)
- I_{badan} = inersia pada bagian badan baja profil (mm⁴)
- I_w = konstanta puntir lengkung (mm⁴)
- I_x = momen inersia sebuah elemen pada komponen struktur tersusun terhadap sumbu yang memberikan terhadap sumbu titik berat atau sumbu x-x (mm⁴)
- I_y = momen inersia sebuah elemen pada komponen struktur tersusun terhadap sumbu yang memberikan terhadap sumbu simetris atau sumbu y-y (mm⁴)
- J = konstanta puntir torsi (mm⁴)
- k_c = faktor panjang tekuk untuk komponen struktur jembatan rangka
- K_{EQ} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat beban gempa
- K_{ET} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat beban pengaruh temperatur atau suhu
- K_{EW} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat beban angin
- K_{MA} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat beban mati tambahan
- K_{MS} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat berat sendiri
- k_r = faktor reduksi
- K_{TB} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat gaya rem
- K_{TD} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat beban lajur "D"
- K_{Tp} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat beban pejalan kaki
- K_{TT} = faktor beban untuk keadaan ultimit dan daya layan akibat beban truk "T"
- L = panjang sambungan dalam arah gaya tarik, yaitu panjang atau jarak antara dua baut yang terjauh pada sebuah sambungan (mm)
- L = panjang suatu komponen struktur yang ditinjau (m)

- L_1 = panjang bentang jembatan bagian tengah (m)
 L_2 = panjang bentang jembatan bagian tepi atau samping pertama (m)
 L_3 = panjang bentang jembatan bagian tepi atau samping kedua (m)
 L_{AV} = panjang bentang rata-rata dari kelompok bentang yang disambungkan secara menerus (m)
 L_E = panjang bentang ekuivalen (m)
 L_k = panjang tekuk komponen struktur tekan (mm)
 L_{max} = panjang bentang maksimum rata-rata dari kelompok bentang yang disambung secara menerus (m)
 L_p = panjang bentang maksimum untuk balok yang mampu menerima momen plastis (m)
 L_r = panjang bentang minimum untuk balok yang kekuatannya mulai ditentukan oleh momen kritis tekuk torsi lateral (m)
 L_t = total panjang bentang dari kelompok bentang (m)
 M_A = momen absolut pada seperempat bentang komponen struktur yang ditinjau (kN.m)
 M_B = momen absolut pada setengah bentang komponen struktur yang ditinjau (kN.m)
 M_{bd} = gaya momen teoritis yang diterima oleh plat badan pada komponen sambungan (kN.m)
 M_C = momen absolut pada tigaperempat bentang komponen struktur yang ditinjau (kN.m)
 M_{cr} = momen kritis terhadap tekuk torsi lateral (kN.m)
 M_{ET} = gaya momen akibat beban temperatur (kN.m)
 M_{EW} = gaya momen akibat beban angin (kN.m)
 M_{lap} = gaya momen pada daerah lapangan suatu bidang struktur (kN.m)
 M_{MA} = gaya momen akibat beban mati tambahan (kN.m)
 M_{MS} = gaya momen akibat beban berat sendiri (kN.m)
 M_{TT} = gaya momen akibat beban beban truk "T" (kN.m)
 M_{max} = momen maksimum absolut pada bentang komponen struktur yang ditinjau (kN.m)

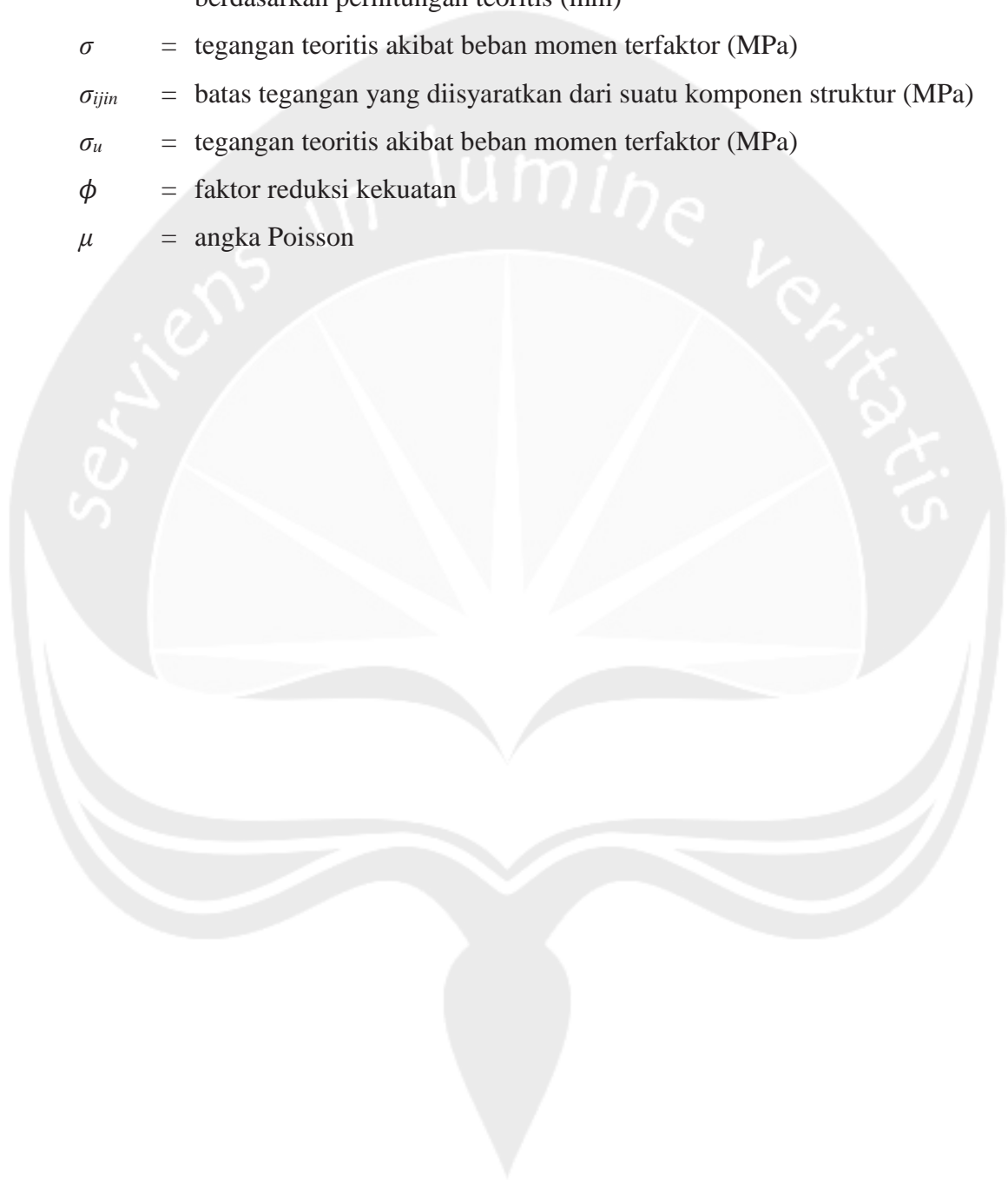
M_n	= kekuatan lentur nominal penampang atau kuat momen nominal (kN.m)
M_p	= momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh disebut juga momen lentur plastis penampang (kN.m)
M_r	= momen batas tekuk (kN.m)
M_{syp}	= gaya momen teoritis yang diterima oleh plat sayap pada komponen sambungan (kN.m)
M_{tump}	= gaya momen pada daerah tumpuan suatu bidang struktur (kN.m)
M_u	= gaya momen akibat beban terfaktor (kN.m)
n	= jumlah baut yang dipasang pada suatu komponen sambungan
n_1	= jumlah joint pada bentang pertama
n_2	= jumlah joint pada bentang kedua
n_3	= jumlah joint pada bentang ketiga
n_t	= total jumlah joint dari seluruh bentang
n_n	= jumlah bidang geser melalui bagian ulir baut
N_n	= kuat tekan nominal komponen struktur (kN)
N_u	= kuat tekan perlu yang merupakan gaya aksial tekan akibat beban terfaktor (kN)
n_x	= jumlah bidang geser melalui bagian polos baut
p	= beban garis (kN/m)
p_{TD1}	= beban garis dengan bobot 100% (kN/m)
p_{TD2}	= beban garis dengan bobot 50% (kN/m)
P	= beban titik atau beban terpusat (kN, kg)
P'	= beban titik atau beban terpusat yang bekerja pada kepala dinding sandaran (kN)
P_{EW}	= beban angin berupa beban titik (kN)
P_{TT}	= beban truk berupa beban titik (kN)
q	= beban merata (kN/m ²)
q_1	= beban BTR dengan bobot 100% (kN/m ²)
q_2	= beban BTR dengan bobot 50% (kN/m ²)
q_D	= beban mati merata (kg/m)
q_L	= beban hidup merata (kg/m)

q_{TP}	= beban per meter persegi akibat beban pejalan kaki (kN/m ²)
Q_{EW}	= beban merata akibat berat angin pada jembatan (kN/m)
Q_{MA}	= beban mati tambahan akibat berat suatu elemen non struktural (kN/m ²)
Q_{MS}	= beban mati akibat berat sendiri dari suatu bahan elemen struktural (kN/m ²)
r_0	= radius sudut dari suatu penampang baja profil atau <i>corner radius</i> (mm)
r_y	= jari-jari girasi terhadap sumbu lemah (mm)
R_{max}	= faktor ketahanan kekuatan maksimum dari penampang komponen struktur
R_n	= besaran ketahanan atau kekuatan nominal dari penampang komponen struktur
R_u	= gaya total yang bekerja pada suatu baut berdasarkan perhitungan teoritis pada komponen kelompok baut pada bagian sambungan memanjang (kN)
R_v	= kuat dukung satu baut pada suatu kelompok baut dalam komponen sambungan memanjang (kN)
R_x	= gaya yang ditinjau terhadap titik berat suatu kelompok baut pada sumbu x-x (kN)
R_y	= gaya yang ditinjau terhadap titik berat suatu kelompok baut pada sumbu y-y (kN)
s	= jarak antar gelagar memanjang (m)
s	= jarak antar pusat baut ke pusat baut pada komponen sambungan (mm)
S	= modulus penampang elastis baja profil (mm ³)
s_l	= jarak antara tepi plat ke pusat baut terluar pada komponen sambungan (mm)
s_b	= selimut beton (m)
s_{perlu}	= jarak atau spasi tulangan minimum atau yang diperlukan (mm)
t_1	= tebal plat trotoar (m)
t_2	= tinggi dinding sandaran jembatan (m)
t_{asp}	= tebal lapisan aspal pada permukaan lantai jembatan (m)
t_{ah}	= tebal genangan air hujan yang menggenangi lantai kendaraan (m)

t_{ds}	=	tebal dinding sandaran (m)
t_f	=	tebal bagian sayap baja profil (mm)
t_p	=	tebal plat sambung, plat pengisi untuk komponen sambungan (mm)
t_s	=	tebal plat lantai jembatan (m)
t_w	=	tebal bagian badan baja profil (mm)
T	=	waktu getar alami struktur jembatan (detik)
T_{EW}	=	gaya nominal akibat beban angin pada jembatan (kN/m)
T_{max}	=	temperatur maksimum rata-rata (°C)
T_{min}	=	temperatur minimum rata-rata (°C)
T_n	=	kuat tarik nominal komponen struktur (kN)
T_{TB}	=	gaya rem (kN)
T_u	=	kuat tarik perlu yang merupakan gaya aksial tarik akibat beban terfaktor (kN)
u	=	lebar roda yang mengenai plat pada garis netral akibat beban truk searah memanjang jembatan (m)
U	=	faktor reduksi untuk perhitungan luas penampang efektif komponen struktur
U	=	kode standar mutu baja tulangan yang berlaku di Indonesia
v	=	lebar roda yang mengenai plat pada garis netral akibat beban truk searah melintang jembatan (m)
V_b	=	kuat tumpuan nominal baut (kN)
V_d	=	kuat minimum baut yang diambil antara kuat tumpu nominal baut dan kuat geser nominal baut (kN)
V_f	=	kuat geser nominal baut (kN)
V_u	=	gaya geser akibat beban terfaktor (kN)
V_{ub}	=	kekuatan dukungan baut dari suatu kelompok baut dalam satu sambungan (kN)
V_w	=	kecepatan angin rencana (m/s)
W_p	=	berat baja profil (kg/m)

x	= eksentrisitas sambungan, jarak tegak lurus arah gaya tarik, antara titik berat penampang komponen yang disambung dengan bidang sambungan (m)
x	= jarak antar as roda pada arah lebar kendaraan (m)
X_I	= koefisien untuk perhitungan momen tekuk torsi lateral (MPa)
X_I	= koefisien untuk perhitungan momen tekuk torsi lateral (1/MPa) ²
Z_x	= modulus penampang plastis baja profil (mm ³)
Σn	= jumlah baut dalam satu komponen sambungan
ΣR^2	= jarak terhadap titik berat suatu kelompok baut pada sumbu x-x dan sumbu y-y (mm ²)
Σx^2	= jumlah perkalian suatu jarak terhadap titik berat suatu kelompok baut pada sumbu x-x (mm ²)
Σy^2	= jumlah perkalian suatu jarak terhadap titik berat suatu kelompok baut pada sumbu y-y (mm ²)
α	= koefisien muai panjang beton akibat temperatur (/°C)
λ	= kelangsingan komponen struktur tekan
λ_c	= parameter kelangsingan
λ_f	= kelangsingan atau kekakuan pada bagian sayap penampang baja profil
λ_p	= batas maksimum kelangsingan untuk penampang kompak
λ_r	= batas maksimum kelangsingan untuk penampang tak kompak
λ_w	= kelangsingan atau kekakuan pada bagian badan penampang baja profil
ΔT	= perbedaan temperatur pada plat beton (°C)
\varnothing_{tul}	= diameter tulangan (mm)
β_1	= faktor distribusi tegangan beton
β_h	= rasio sisi panjang dan sisi pendek dari panjang dan lebar bidang statis kontak roda kendaraan
ρ_b	= rasio tulangan yang memberikan kondisi regangan yang seimbang atau kondisi <i>balance</i>
ρ_{max}	= rasio tulangan tarik maksimum
ρ_{min}	= rasio tulangan tarik minimum
ρ_{perlu}	= rasio tulangan tarik yang diperlukan

- δ = lendutan yang terjadi dari suatu komponen struktur yang ditinjau (mm)
- δ_{ijin} = batasan lendutan untuk suatu komponen struktur yang ditinjau berdasarkan perhitungan teoritis (mm)
- σ = tegangan teoritis akibat beban momen terfaktor (MPa)
- σ_{ijin} = batas tegangan yang diisyaratkan dari suatu komponen struktur (MPa)
- σ_u = tegangan teoritis akibat beban momen terfaktor (MPa)
- ϕ = faktor reduksi kekuatan
- μ = angka Poisson



KONTAK

KERANGKASAN TRUKTUR JEMBATAN RANGKA BAJA ARCH BRIDGE
AATA JEMBATAN
AATA AN ATORA JEMBATAN, Aristya Dhaneswara, NPM 10.02.13645, tahun 2015, Bidang Peminatan Transportasi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Jembatan Ampera merupakan jembatan penyebrangan sungai satu-satunya yang berada di Kota Palembang yang saat ini tingkat kemacetan lalu lintas semakin meningkat. Untuk mengantisipasi tingginya kemacetan, Pemerintah Sumatera Selatan berencana membangun Jembatan Musi VI.

Jembatan Musi VI direncanakan menggunakan konstruksi baja dengan sistem rangka pelengkung, dengan pertimbangan bentang Sungai Musi yang memiliki lebar ± 350 meter. Total bentang jembatan adalah 400 meter dan lebar lalu lintas rencana 7 meter dengan lebar total jembatan 10,5 meter. Jembatan dibagi menjadi 3 bentang yaitu bentang utama 200 meter dan dua bentang samping 100 meter. Tinggi rangka utama (rangka lengkung) pada bentang 200 meter adalah 46 meter. Perancangan struktur jembatan mengacu pada peraturan SNI T-02-2005 tentang standar pembebanan untuk jembatan, SNI T-03-2005 tentang Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan, SNI T-12-2004 tentang Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan, SNI 2833:2008 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan dan *Bridge Management System* Tahun 1992 (*Bridge Design Code* dan *Bridge Design Manual*) yang dirangkum dalam Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan.

Perancangan struktur jembatan meliputi perencanaan sandaran, trotoar, lantai jembatan, gelagar jembatan, rangka pemikul utama, ikatan angin dan perhitungan sambungan. Metode perencanaan komponen struktur jembatan didasarkan pada cara Perencanaan Beban dan Kekuatan Terfaktor (PBKT), sedangkan untuk kombinasi beban rencana digunakan kombinasi beban dalam batas ultimit dan batas daya layan. Beban gempa dinamis direncanakan untuk jembatan yang berada di wilayah gempa 4 (empat). Perancangan struktur dilakukan dengan bantuan program *SAP2000 (Structure Analysis Program)* dan hasil analisis program dilanjutkan pada perancangan setiap elemen struktur yang meliputi perhitungan kekuatan penampang dan pemeriksaan terhadap batas kekuatan yang diijinkan serta perhitungan sambungan. Penggunaan dimensi baja profil pada analisis elemen struktur telah diidealisasi untuk kemudahan pelaksanaan di lapangan dan selanjutnya diterjemahkan ke dalam gambar rencana struktur jembatan.

Konsep jembatan, Musi VI, rangka baja, sistem pelengkung, *Arch Bridge*.